

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-313110
 (43)Date of publication of application : 09.11.1999

(51)Int.Cl. H04L 12/56
 H04L 12/28
 H04N 7/24

(21)Application number : 10-364464 (71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH
 CORP <IBM>
 (22)Date of filing : 22.12.1998 (72)Inventor : MICHAEL R IZKEED

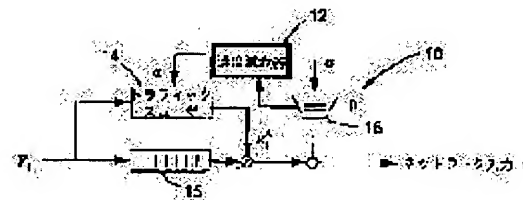
(30)Priority
 Priority number : 98 2520 Priority date : 02.01.1998 Priority country : US

(54) VIDEO FRAME TRANSMITTER, PACKET TRANSMITTING METHOD AND DATA PROCESSING SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase high priority packets and to provide higher video quality by cooperating a traffic smoother and a token bucket so that they reduce the number of low priority packets inputted to a network.

SOLUTION: A video frame transmitter 10 for transmitting packets of respective video frames to a network contains a token bucket 16 and the like for controlling the input of the video frame packets to a traffic smoother buffer 15 for controlling video frame packet transmission rate. A traffic smoother 14 controls transmission rate from a video frame source so that it is adapted to the limit of the transmission delay of the video frame source. A rate attenuator 12 can reduce the number of the low priority packets which are inputted to the network by cooperating the traffic smoother 14 and the token bucket 16.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application]

BEST AVAILABLE COPY

converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3095382

[Date of registration] 04.08.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-313110

(43) 公開日 平成11年(1999)11月9日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 L 12/56

H 0 4 L 11/20

1 0 2 C

12/28

11/00

3 1 0 D

H 0 4 N 7/24

H 0 4 N 7/13

Z

審査請求 有 請求項の数19 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平10-364464

(22) 出願日 平成10年(1998)12月22日

(31) 優先権主張番号 09/002520

(32) 優先日 1998年1月2日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシー
ズ・コーポレーションINTERNATIONAL BUSIN
ESS MACHINES CORPO
RATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州

アーモンク (番地なし)

(72) 発明者 マイケル・アール・イズキード

アメリカ合衆国27511、ノースカロライナ
州、キャリー、グレートストーン・コート
105

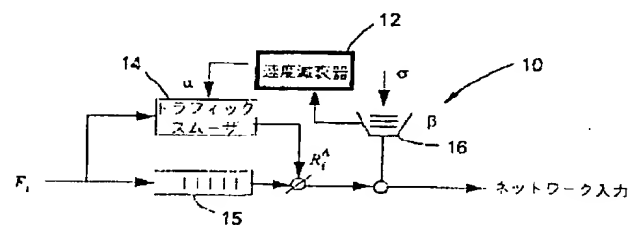
(74) 代理人 弁理士 坂口 博 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ビデオ・フレーム・トランスミッタ、パケット伝送方法及びデータ処理システム

(57) 【要約】

【課題】トラフィック・スムーザ及びトークン・バケッ
トが、ネットワークに入る低優先順位パケットの数を少
なくするように協働することを可能にする。

【解決手段】ビデオ・フレーム・トランスミッタは、ビ
デオ・フレーム・パケットの伝送速度を調節するための
トラフィック・スムーザ、ネットワークへの前記バケッ
トのエントリを制御するためのトークン・バケット、及
び前記パケットの伝送速度を調節するための伝送速度減
衰器を含む。トラフィック・スムーザはビデオ・フレー
ム・ソースからの伝送速度をその伝送遅延限度に適合さ
せる。ネットワークに入る高優先順位のビデオ・フレー
ム・パケットの割合を高く維持するために、その伝送速
度はトークン・バケットの状態に適合される。速度減衰
器は、ネットワークに入る低優先順位のパケットの数を
減らすために、トラフィック・スムーザ及びトークン・
バケットが協働することを可能にする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】各ビデオ・フレームのバケットを通信ネットワークに伝送するためのビデオ・フレーム・トランスミッタにして、

ビデオ・フレーム・バケット伝送速度を調節するためのトラフィック・スムージング手段と、

前記ネットワークへのビデオ・フレーム・バケットのエントリを制御するためのトラフィック・ポリシーング手段と、

前記ネットワークに入る高優先順位のビデオ・フレーム・バケットのパーセンテージを高く維持するために、ビデオ・フレーム・バケット伝送速度を、前記トラフィック・ポリシーング手段の状態と適合するよう前記トラフィック・スムージング手段を介して調節するための伝送速度減衰手段と、

を含み、

前記トラフィック・スムージング手段及び前記トラフィック・ポリシーング手段は前記伝送速度減衰手段を介して統合的に関連付けられるビデオ・フレーム・トランスミッタ。

【請求項2】前記トラフィック・スムージング手段はビデオ・フレーム・ソースからの伝送速度を、前記ビデオ・フレーム・ソースの伝送遅延限度に適合するように調節する請求項1に記載のビデオ・フレーム・トランスミッタ。

【請求項3】前記トラフィック・ポリシーング手段はトークン・バケットを含む請求項1に記載のビデオ・フレーム・トランスミッタ。

【請求項4】ビデオ・フレーム・バケットをネットワークに伝送する方法にして、

トークン・バケットの将来の状態を予測するステップと、

前記トークン・バケットの予測された状態を利用して、前記トークン・バケットにおけるビデオ・フレーム・バケットが十分な数のトークンを持つかどうかを決定するステップと、

前記ビデオ・フレーム・バケットが十分な数のトークンを持たない場合、前記ビデオ・フレーム・バケットに対するビデオ・フレーム・バケット伝送速度を減少させるステップと、
を含む方法。

【請求項5】前記予測するステップは、前記トークン・バケットにおけるトークンの数を決定するステップと、

将来のビデオ・フレーム・バケットのサイズを決定するステップと、

現在のビデオ・フレーム・サイズを決定するステップと、

を含む請求項4に記載の方法。

【請求項6】減少したビデオ・フレーム・バケット伝送

速度が下限よりも低いかどうかを決定するステップと、前記減少したビデオ・フレーム・バケット伝送速度が前記下限よりも低い場合、ビデオ・フレーム・バケット伝送速度を前記下限に設定するステップと、
を更に含む請求項4に記載の方法。

【請求項7】前記減少したビデオ・フレーム・バケット伝送速度を速度待ち行列に記憶するステップを更に含む請求項4に記載の方法。

【請求項8】前記ビデオ・フレーム・バケット伝送速度を速度待ち行列に記憶するステップを更に含む請求項6に記載の方法。

【請求項9】前記トークン・バケットと関連し、トークン・バケットのトークン・オーバフローが生じる場合、時間的なポイントであるビボット・ポイントを識別するステップと、

前記トークン・バケットが必要とするトークンであって前記ビボット・ポイントで始まるトークンの数を決定するステップと、

を更に含む請求項4に記載の方法。

【請求項10】トークン・バケット・サイズとビデオ・フレーム・バケットにおけるトークンの数との間の最も小さい隔たりを決定して最小隔たりを提供するステップと、

前記トークン・バケットにおけるトークンの不足量が前記最小隔たりよりも小さい数であるかどうかを決定するステップと、

を更に含む請求項4に記載の方法。

【請求項11】ビデオ・フレーム・バケットをネットワークに伝送するためのデータ処理システムにして、ビデオ・フレーム・バケット伝送速度を調節するためのトラフィック・スムーザと、前記ネットワークへのビデオ・フレーム・バケットのエントリを制御するためのトークン・バケットとを有するビデオ・フレーム・トランスミッタと、

前記トークン・バケットの将来の状態を予測するための手段と、

前記トークン・バケットの予測された将来の状態を利用して、前記トークン・バケットにおけるビデオ・フレーム・バケットが十分な数のトークンを持つかどうかを決定するための手段と、

ビデオ・フレーム・バケットが十分な数のトークンを持たないと云う決定にตอบสนองして、ビデオ・フレーム・バケット伝送速度を減少させるための手段と、
含むデータ処理システム。

【請求項12】前記予測するための手段は、

前記トークン・バケットにおけるトークンの数を決定するための手段と、

前記トラフィック・スムーザにおけるビデオ・フレーム・バケットのサイズを決定するための手段と、

現在のビデオ・フレーム・サイズを決定するための手段

と、

を含む請求項11に記載のデータ処理システム。

【請求項13】減少したビデオ・フレーム・パケット伝送速度が下限よりも低いかどうかを決定するための手段と、

前記減少したビデオ・フレーム・パケット伝送速度が前記下限よりも低いという決定に回答して、ビデオ・フレーム・パケット伝送速度を前記下限に設定するための手段と、

を更に含む請求項11に記載のデータ処理システム。

【請求項14】前記減少したビデオ・フレーム・パケット伝送速度を速度待ち行列に記憶するための手段を更に含む請求項11に記載のデータ処理システム。

【請求項15】前記ビデオ・フレーム・パケット伝送速度を速度待ち行列に記憶するための手段を更に含む請求項13に記載のデータ処理システム。

【請求項16】将来のトークン・パケットの状態の更なる予測を減らすための手段を更に含む請求項11に記載のデータ処理システム。

【請求項17】前記更なる予測を減らすための手段は、トークン・パケットのトークン・オーバフローが生じる場合、時間的なポイントであるビボット・ポイントを識別するための手段と、

前記トークン・パケットが必要とする複数のトークンであって前記ビボット・ポイントで始まるトークンを決定するための手段と、

を更に含む請求項16に記載のデータ処理システム。

【請求項18】将来のトークン・パケットの状態の更なる予測が必要であるかどうかを決定するための手段を更に含む請求項11に記載のデータ処理システム。

【請求項19】前記更なる予測が必要であるかどうかを決定するための手段は、

トークン・パケット・サイズとビデオ・フレーム・パケットにおけるトークンの数との間の最も小さい隔りである最小隔りを決定するための手段と、

前記トークン・パケットにおけるトークンの不足量が前記最小隔りよりも小さい数であるかどうかを決定するための手段と、

を更に含む請求項18に記載のデータ処理システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般的に言えば、ビデオ・イメージ処理に関するものであり、更に詳しく言えば、ネットワークを介したビデオ・イメージの伝送に関するものである。

【0002】

【従来の技術】非圧縮のデジタル・ビデオ・ストリームに関する帯域幅要件は、ローカル・エリア・ネットワーク（LAN）のような通信ネットワークの使用可能な帯域幅を越えることがある。例えば、非圧縮のビデオ・

ストリームは、受信端における歪み又は遅延なしに配送するためには、100Mビット/秒（MBS）及び240Mビット/秒の間の速度を必要とすることがある。その結果、帯域幅要件をほとんどのネットワークにとって受容し得るレベルにまで下げるために、デジタル・ビデオ・ストリームを圧縮する種々の方法が開発されてきた。

【0003】デジタル・ビデオ圧縮方法は、一般に、オリジナルのピクセル関連情報を更にコンパクトな数学的記述でもって置換するためのアルゴリズム及びテクニックの集合体を利用する。圧縮解除は、表示のために数学的記述をデコードしてピクセルに戻すという逆のプロセスである。ビデオ圧縮及び圧縮解除は、CODEC（コーダ／デコーダ又はコンプレッサ／デコンプレッサ）を使用して遂行可能である。

【0004】デジタル・ビデオ・ストリームは、可変ビット速度（VBRトラフィック）又は固定ビット速度（CBRトラフィック）でネットワークを介して伝送可能である。デジタル・ビデオ・システムは、圧縮されたデータ・ストリームにおける速度変動を滑らかにするためにバッファを使用することがある。例えば、Kuzma氏に付与された米国特許第5,485,211号は、複数の出力バッファを駆動するために通信チャネルの特性が使用されるように、ビデオCODEC及びその通信チャネルの間にフィードバックを導入することに関するものである。通信チャネルは、その通信チャネルの現在の状態に最もよく適合したバッファを選択することができる。

【0005】CBRトラフィックのためのバッファ制御はそれなりに良く理解されている。しかし、VBRは最近になって広範に利用可能になったものであり、VBRトラフィックのためのバッファ制御方法は今なお開発中である。Haskell氏他に付与された米国特許第5,159,447号は、各ビデオ・フレームを符号化するために使用されるビットの数、及びエンコーダが受けるVBRチャネルの伝送ビット速度を制御することに関するものである。

【0006】通信ネットワークを介してVBRトラフィックを搬送する難しさは、VBRトラフィックがバースト性（高い最高／中間比）であり、高度に相関し、厳しい遅延限度を持つということである。VBRトラフィック・ソースはネットワークの資源を酷使し、潜在的に性能を低下させて過度なパケット遅延及び損失を生じさせることがある。この問題を解決するために、トラフィックがネットワークに入る前にそのトラフィックを整形するためのトラフィック整形機構が提案された。そのような機構の例は、「トラフィック・スムーザ（Traffic Smoothers）」及び「トークン・パケット（Token Buckets）」を含む。

【0007】トークン・パケットは、ネットワークのエ

ントリ・ポイントに設けられるデバイスである。トークンは一定速度 σ で発生され、一定サイズ β のバケットに流れ込む。バケットが満杯である時に到着したトークンは廃棄される。各トークンは1単位のデータを表す。ネットワークに入るバケットは、そのデータ単位サイズに等しいトークン（例えば、バケットにおける各データ・バイトに対して1つのトークン）を獲得しなければならない。不十分なトークンが存在する場合、そのバケットは優先順位を下げられてネットワークに送り返される。バケットにおけるトークンの数はゼロよりの小さくはなり得ず、ソースにおいてバケットが除去されることはない。

【0008】着信トラフィックを監視制御するトラフィック・プロトコルは最善を尽くして低優先順位のバケットを配送する。高優先順位のバケットは、配送及び遅延の両方を保証されて送られる。しかし、低優先順位のバケットは、ネットワークが渋滞状態になる場合、そのネットワークによって除去されることがある。ビデオ・トラフィックに対して、これは、レシーバにおける遅れバケット又は脱落バケットによる厳しい質の低下を生じさせることがある。

【0009】トラフィック・スムーザは、VBRビデオのバースト性を少なくするために提案された。スムーザは、所定の遅延界に適合しながらビット速度の変動を最小にするように伝送速度を選定する。スムーザは、ビデオ・ソースからのすべてのフレームがその伝送遅延の限度に適合することを保証する。スムーザは、バケットに優先順位を低下させる可能性のある速度を選択してもよい。その結果、低優先順位のバケットが高いバーセンテージでネットワークに入ることがある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記の検討事項から見て、本発明の目的は、トラフィック・スムーザ及びトークン・バケットが、ネットワークに入る低優先順位バケットの数を少なくするように協働することを可能にすることにある。

【0011】本発明のもう1つの目的は、性能の低下がなく、しかも過度のフレーム・バケット遅延及び損失もなく、渋滞したコンピュータ・ネットワークを介してVBRビデオ・データを伝送することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明のこれらの及びその他の目的は、コンピュータ・ネットワークを介したビデオ・データの伝送を容易にするための方法、システム、及びコンピュータ・プログラム製品によって達成される。各ビデオ・フレームのバケットをネットワークに伝送するためのビデオ・フレーム・トランスミッタは、ビデオ・フレーム・バケット伝送速度を調節するためのトラフィック・スムーザ、ネットワークにビデオ・フレーム・バケットが入るのを制御するためのトラフィック

・ホリシング・デバイス（例えば、トークン・バケット）、及びビデオ・フレーム・バケット伝送速度を調節するための伝送速度減衰器を含む。トラフィック・スムーザは、ビデオ・フレーム・ソースの伝送遅延の限度に適合するようにそのビデオ・フレーム・ソースからの伝送速度を調節する。ネットワークに入る高優先順位のビデオ・フレーム・バケットのバーセンテージを高く維持するために、ビデオ・フレーム・バケット伝送速度は、トークン・バケットの状態に適合するように減衰させられる。速度減衰器は、トラフィック・スムーザ及びトークン・バケットが協働することにより、ネットワークに入る低優先順位のバケットの数を減少させることを可能にする。

【0013】本発明の一局面によれば、トークンを含むビデオ・フレーム・バケットがビデオ・フレーム・トランスミッタを介してネットワークに入り、速度減衰器がトークン・バケットの将来の状態を予測する。速度減衰器は、トークン・バケットのその予測された状態を利用して、トークン・バケットがビデオ・フレーム内の各ビデオ・バケットに対して十分な数のトークンを有するかどうかを決定する。ビデオ・フレーム・バケットが十分な数のトークンを持たないと云う決定にตอบสนองして、そのビデオ・フレーム・バケットの伝送速度は減じられる。トークン・バケットの将来の状態の予測は、そのトークン・バケットにおける現在のトークンの数、トラフィック・スムーザにおける現時点でのビデオ・フレーム・バケットのサイズ、現在のビデオ・フレームのサイズ、及び各フレームの伝送速度に基づくものでよい。

【0014】到着したばかりのビデオ・フレームは「現フレーム」と呼ばれ、伝送速度が計算されるフレームである。トークン・バケットの状態は、現フレームが伝送を開始する時にトークン・バケット内にあるトークンの数を発生するものと予測される。このトークンの数と同じ反復プロセスが開始し、しかる後、現フレーム及び伝送速度を使用してトークン・バケット状態を計算し、これらのバケットのうちの品質低下するものがあるかどうかを知る。

【0015】ビデオ・フレーム・バケットの伝送速度が減じられる時、その減少した速度は下限と比較され、その減少したビデオ・フレーム・バケットの伝送速度がこの下限よりも低いかどうかを決定する。スムーザは、現フレームを伝送するための、遅延限度（D）を満足する最も低い伝送速度を決定する。これは、伝送速度に関する下限である。減少したビデオ・フレーム・バケットの伝送速度が下限以下であるという決定にตอบสนองして、そのビデオ・フレーム・バケットの伝送速度が下限に設定される。ビデオ・フレーム・バケットの伝送速度はスケジューラによってアクセス可能な速度待ち行列に記憶される。

【0016】本発明のもう1つの局面によれば、識別さ

れた「ピボット・ポイント」を使用して、将来のトークン・バケット状態の更なる予測の必要性を減らすことも可能である。「ピボット・ポイント」は、トークン・バケットにおけるトークン・オーバフローが生じる場合の時間的なポイントである。伝送速度の減少は、ピボット・ポイントにおいてトークン・バケット内のトークンの数を変化させないであろう。ピボット・ポイントにおいて始まる必要なトークンの数を再計算することによって、そのフレームにおける第1バケットから始まるトークン・バケットの状態を再計算する必要がない。現フレームの伝送速度が減じられる時、更なるトークンが発生されるであろう。その結果、トークン・バケットがこの速度でオーバフローすることがあり得る。これが生じる場合、十分なトークンは存在しないであろうし（即ち、プロセスはトークン「不足」であり）、バケットは品質低下するであろう。その結果、依然としてトークン不足があるかどうかを決定するために、低い伝送速度を使用してそのフレームにおける第1バケットで始まるトークン・バケットの状態が再計算される。トークン不足が全く存在しない場合、オーバフローは生じなかったことになり、低い伝送速度が速度待ち行列に記憶される。トークン不足が存在する場合、速度減衰が行われ、プロセスは繰り返される。この繰り返しは、下限に達するまで、又はトークン不足が全く存在しなくなるまで継続する。

【0017】本発明のもう1つの局面によれば、将来のトークン・バケットの状態の更なる予測は、「最小隔たり」を使用すれば回避可能である。最小隔たりは、トークン・バケット・サイズとバケット発信前にそのバケットにおける複数のトークンとの間の最も小さい隔たりである。トークン・バケットにおけるトークンの不足がその最小隔たりよりも小さい数である場合、伝送速度の減少が生じる時にオーバフローは生じないであろう。従って、トークン・バケットの状態が再計算される必要はない。

【0018】発生される低優先順位のビデオ・フレーム・バケットの数を少なくするためにトラフィック・スムーザ及びトークン・バケットが協働することを速度減衰器が可能にするので、本発明は有利である。この結果、高優先順位バケットのスループットが増加し、従って、ビデオの質も更によくなる。本発明は、同じトークン・バケット・パラメータを与えられた低優先順位バケットの発生を減少させる。又、本発明は、トークン・バケット・サイズの大きさの減少も容易にする。小さいバケット・サイズは、接続を得る機会を増加させる。従って、本発明による速度減衰器を使用すれば、接続の数が増加し、それによって、統計的な多重化の利得も増加するであろう。

【0019】

【発明の実施の形態】以下では、本発明の好適な実施例が示される添付図面を参照して、本発明を更に十分に説

明することにする。しかし、本発明は、多くの異なる形態で実施可能であり、本願で示される実施例に限定されるものと解釈されるべきではない。むしろ、これらの実施例は、この開示が十分且つ完全なものになるように、及び本発明の技術的範囲を当業者に十分に知らせるように提供される。全体を通して、同じ参照番号は同じエレメントを指している。

【0020】当業者には明らかなように、本発明は、方法、データ処理システム、又はコンピュータ・プログラム製品として具体化可能である。従って、本発明は、全くのハードウェアの実施例、全くのソフトウェアの実施例、或いはソフトウェア及びハードウェアを組み合わせた実施例という形態をとり得るものである。更に、本発明は、コンピュータ読み取り可能プログラム・コード手段をコンピュータ読み取り可能な記憶媒体において具体化したコンピュータ・プログラム製品の形態を取ることでもできる。ハード・ディスク、CD-ROM、光学的記憶デバイス、又は磁気記憶デバイスを含む任意の適当なコンピュータ読み取り可能媒体が利用可能である。

【0021】図1を参照すると、本発明によるトラフィック・スムーザ14及びトークン・バケット16と共に速度減衰器12を使用するVBRビデオ・フレーム・トランスミッタ10が概略的に示される。速度減衰器12は、発生される低優先順位バケットの数を少なくするために、トラフィック・スムーザ14、トラフィック・スムーザ・バッファ15、及びトークン・バケット16が協働することを可能にする。この結果、高優先順位バケットのスループットの増加が生じ、従って、より高いビデオ品質の増加が生じる。ビデオ・フレームの着信時に、減衰器12は、トークン・バケット16における現在のトークンの数、トラフィック・スムーザ・バッファ15における現時点のバケットのサイズ、及び現ビデオ・フレームのサイズに基づいてトークン・バケット16の将来の状態を予測する。このことから、速度減衰器12は、現フレームからのバケットのどれかが不足トークンであるかどうかを決定し、現フレームの送信速度を減少させるために減衰係数 α を計算する。

【0022】ビデオ・システムは、フレームと呼ばれる静止画像のシーケンスとして情報を表示する。各フレームは、一連のバケットとしてネットワークを介して伝送される。高速ネットワークでは、バケットの受信ノードがその許容量を超えないことを保証するためには、「トークン・バケット」制御システムと呼ばれる制御システムがネットワークへのフレーム・バケットのエントリ速度を制御する必要がある。トークン・バケット制御システムでは、ネットワークに入るバケットはトークン・バケットと呼ばれるゲートを通過する。トークン・バケットは、ネットワークに直接に伝送可能なバイトの数を表すカウンタとして作用する。バケットがトークン・バケットを通過してネットワークに入るためには、ト

ークン・バケットは非ゼロ値を持たなければならない（即ち、バケット・サイズはトークンの数よりも少ないか又はそれに等しい）。トークン・バケットは、ネットワークに入ることができる定義された最大値のトークンを有する。トークン・バケットは、常に平均的配送速度を強制しながらネットワークへのバケットの短いバーストを可能にする。カウンタは一定の速度でインクリメントされ、最大値を超えることはない。バケット・サイズがトークンの数よりも大きい如何なるバケットも不適合である。

【0023】トラフィック・スムーザは、最大フレーム遅延（「遅延限度」と呼ばれる）のような制約に基づいてビデオ・フレームの伝送速度を計算する。トラフィック・スムーザは、これらの制約を使用して伝送速度における上限及び下限を計算し、これらの限度内で伝送速度を選定する。一般的には、平均的な運動速度が使用される。トラフィック・スムーザの目的は、伝送速度の変動を最小にすることである。

【0024】本発明は、速度減衰器及びその種々の実施例を通して、トークン・バケットがトラフィック・スムーザに関連して動作するための機構を提供する。一般的には、トークン・バケット及びトラフィック・スムーザは独立して動作し、バケット優先順位の低下を生じさせる。本発明によれば、ビデオ・フレームの伝送速度を下げることによって、ビデオ・フレーム内のすべてのバケットが如何なる優先順位の低下もなく伝送されるように、トークン・バケットはもっと多くのトークンを発生することを可能にされる。

【0025】次に、図1に示された本発明の諸局面のオペレーションを、本発明の実施例のフローチャート表示である図2に関して説明することにする。ビデオ・フレームがトラフィック・スムーザに到着する（ブロック100）。そのスムーザは、ビデオ・フレームのバケットに対する伝送速度を選択する（ブロック110）。そこで、速度減衰器が次のような4つのパラメータに基づいてトークン・バケットの将来の状態を予測する（ブロック120）。即ち、

- (a) トークン・バケットにおける現在のトークンの数；
- (b) トラフィック・スムーザにおけるバケットのサイズ；
- (c) 現ビデオ・フレームのサイズ；
- (d) 現フレームの伝送速度。

次に、いずれのフレーム・バケットもトークン・バケットにおいて不十分なトークンを有するかどうかの決定が行われる（ブロック130）。その答えが肯定（イエス）である場合、現ビデオ・フレーム・バケットの伝送速度は減じられる（ブロック140）。その答えが否定（ノー）である場合、現ビデオ・フレーム・バケットの伝送速度が下限よりも低いかどうかの決定が行われる

（ブロック150）。伝送速度が下限よりも低い場合、その伝送速度は下限にセットされ（ブロック160）、速度待ち行列に記憶される（ブロック170）。伝送速度が下限よりも低くない場合、その伝送速度が減じられたかどうかの決定が行われる（ブロック162）。伝送速度が減じられた場合、低い伝送速度を使用して、現フレームの第1バケットで始まるトークン・バケットの状態が再計算される（ブロック164）。伝送速度が減じられなかった場合、その伝送速度は速度待ち行列に記憶される（ブロック170）。スケジューラが各ビデオ・フレームのバケットを、速度待ち行列において指定された速度でネットワークに伝送する（ブロック180）。

【0026】ブロック130乃至170は、ビデオ・フレームのすべてのバケットに対して遂行されるオペレーションの反復を表す。図示の反復オペレーションは、トラフィック・スムーザに到着した各ビデオ・フレームに対して遂行される。スケジューラ・オペレーションは、ブロック100乃至170によって表されたオペレーションに関係なく遂行される。スケジューラは、速度待ち行列に記憶された速度に基づいてフレーム・バケットを伝送し、速度待ち行列に速度が記憶されていない時にはアイドルである。当業者には明らかなように、スケジューラは、バケットをネットワークに伝送すべき時を決定する。

【0027】次に、図3を参照すると、バケット発信と減衰の効果との間におけるトークン・バケットの状態が示される。トークンの数が「Y」軸に沿ってプロットされ、30として表される。時間は「X」軸に沿ってプロットされ、32として表される。図3は、バケットの発信 $P_{i,j}$ （但し、 i は対応するフレームであり、 j はフレーム i の j 番目のバケットである）を σ 秒だけ遅らせることによって、発信 $P_{i,j}$ の後に残っているトークンの数が増加させられることを示している。速度減衰器12は、伝送速度がトラフィック・スムーザによって計算された下限よりも低くないことを保証する。各ビデオ・フレームの伝送速度はトラフィック・スムーザにおける到着時に決定される。従って、フレームがトラフィック・スムーザ14に到着する時とそれがトークン・バケットに到着する時との間に遅れが存在する。これは、速度減衰器12がトークン・バケット16の将来の状態を予測することを必要とする。

【0028】不十分なトークンのために違反が生じる時、速度減衰器12は新たな伝送速度 $R_j^k = \alpha R_j$ （但し、 R_j はトラフィック・スムーザによって決定された速度であり、 α は次式を満たす減衰係数である）を計算する。

$$\text{【数1】 } 1 / 1 + (R_j / \sigma) \leq \alpha \leq 1$$

【0029】減衰された速度を計算するためには、現フレームの伝送を如何に長く延ばすべきかの決定が行われる。フレームの伝送時間は $D_{i,j}$ であり、それは、フレ

ムiにおける第1バケットの第1ビットが伝送される時と最後のバケットの最後のビットが伝送される時との間のインターバルである。 $D_{i,j}$ は次式のように定義される。

【数2】

$$D_{i,j} = \frac{1}{R_i} \sum_{j=1}^L P_{i,j}$$

【0030】上式において、 $P_{i,j}$ はフレームiのj番目のバケットのサイズであり、 R_i はフレームiのビット速度である。

【0031】式 $T'_{a,b}$ は、フレーム・バケットが発信した後のトークン・バケット16におけるトークンの数であり、次式のように定義される。

【数3】 $T'_{a,b} = T_{a,b-1} + [(\sigma/R_a) - 1] P_{a,b}$
但し、 $a = i-L, i-L+1, \dots, i-1$
 $b = 1, 2, \dots, S$

【0032】上式において、 $T_{a,b}$ は、トークン・バケットの制約が適用される時、バケット $P_{a,b}$ が発信した後のトークン・バケット16におけるトークンの数である。 $T_{a,b}$ は次式のように定義される。

【数4】 $T_{a,b} = 0 \quad T'_{a,b} \leq 0$
 $T_{a,b} = T'_{a,b} \quad 0 \leq T'_{a,b} \leq \beta$
 $T_{a,b} = \beta \quad T'_{a,b} \geq \beta$

【0033】不足トークンの数 T_{short} は次式のように定義される。

【数5】 $T_{short} = P_{a,b} - T_{a,b}$
 $a = 1$
 $b = 1, 2, \dots, S$

【0034】更に多くのトークンを発生するために、及び、それによって、トラフィック・ポリシング違反を回避するために、伝送時間は次式のような δ 秒だけ延ばされる。

【数6】 $\delta = T_{short} / \sigma$

【0035】最後のビットが発信されるまでの伝送をフレームiの第1ビットが始める時として定義された新たな伝送時間が次式のように決定される。

【数7】

$$D'_i = D_i + \delta$$

【0036】「数2」及び「数6」の式を「数7」の式に代入すると、その結果として次式が生じる。

【数8】

$$D'_i = \frac{1}{R_i} \sum_{j=1}^L P_{i,j} + \frac{T_{short}}{\sigma}$$

【0037】上式では、 $1 \leq L \leq S$ である。又、次式も真である。

【数9】

$$D'_i = \frac{1}{\alpha R_i} \sum_{j=1}^L P_{i,j}$$

【0038】上式では、 $1 \leq L \leq S$ である。従って、「数8」の式及び「数9」の式を結合するとその結果として次式が生じる。

【数10】

$$\alpha = \left(1 + \frac{R_i T_{short}}{\sigma \sum_{j=1}^L P_{i,j}} \right)^{-1}$$

【0039】従って、 T_{short} が0に近づく時、 α は1に近づき、 T_{short} が「数11」に近づく時、 α は数値 $1 / (1 + R_i) / \sigma$ に近づく。

【数11】

$$\sum_{j=1}^L P_{i,j}$$

【0040】一旦、 α が決定されると、新たな減衰された速度における現フレームに対して、トークン・バケット状態が再計算される必要がある。トークン・バケットが新たな速度でオーバーフローすることが起こり得るので、これは必要である。これが生じる場合、現フレームに対するバケットは、それらがトークン・バケットに到達する時、依然としてトークン不足であろう。これを回避するために、伝送速度は、それが下限に達するまで更に減衰される。このプロセスは、最早、現フレーム内のすべてのバケットに対して如何なるトークン不足も存在しない状態になるまで継続する。

【0041】次に、図4及び図5を参照する。本発明の別の局面によれば、「ピボット・ポイント」を利用して、反復（図2のブロック130乃至ブロック170によって表されたオペレーション）の数を減少させることが可能である。ピボット・ポイントは、トークン・バケットのオーバーフローが検出されるポイントとして定義される。バケット伝送速度の如何なる減少も、ピボット・ポイントにおけるバケット内のトークンの数を変化させないであろう。

【0042】図4を参照すると、バケット発信と本発明のピボット・ポイントの局面を利用する減衰の効果と間のトークン・バケットの状態が示される。トークンの数は「Y」軸に沿ってプロットされ、40として表される。時間は「X」軸に沿ってプロットされ42として表される。トークン・バケットの状態は鋸歯状波44によって表される。バケットがトークン・バケットを通過する時、そのバケットにおけるバイトの数に等しい数のトークンがトークン・バケットから除去される。伝送速度の減少の前に、ポイントbにおいてトークン・バケット

はオーバフローする。伝送速度を減少させることは鋸歯状波を右方へ（破線46によって表される）押し出すことになり、それによってポイントaにおいて更なるオーバフローを生じさせる。しかし、この発生は、ヒボット・ポイント d_{k-2} におけるトークンの数を変化させるものではない。従って、ヒボット・ポイント d_{k-2} から始まる必要なトークンの数が再計算可能であり、フレームiにおける第1パケットからの開始が回避可能である。

【0043】次に、図5を参照すると、図4に示されたヒボット・ポイントを利用するオペレーションが示される。ビデオ・フレームがトラフィック・スモータに到着する（ブロック100）。そのトラフィック・スモータはビデオ・フレームのパケットに対する伝送速度を選択する（ブロック110）。そこで、速度減衰器が、次のような4つのパラメータに基づいてトークン・パケットの将来の状態を予測する（ブロック120）。

- (a) トークン・パケットにおける現在のトークンの数；
- (b) トラフィック・スモータにおけるパケットのサイズ；
- (c) 現ビデオ・フレームのサイズ；
- (d) 現フレームの伝送速度。

トークン・パケットの状態を予測することに加えて、速度減衰器は、トークン・パケットのオーバフローを検出することによってヒボット・ポイントを識別する（ブロック120）。次に、何れかのフレーム・パケットがトークン・パケットにおいて不十分なトークンを有するかどうかの決定が行われる（ブロック130）。その答えが肯定である場合、現ビデオ・フレーム・パケットの伝送速度が減じられる（ブロック140）。

【0044】次に、現ビデオ・フレーム・パケットの伝送速度が下限よりも低いかどうかの決定が行われる（ブロック150）。その答えが肯定である場合、伝送速度はその下限に設定され（ブロック160）、速度待ち行列に記憶される（ブロック170）。伝送速度が下限よりも低くない場合、その伝送速度が減じられたかどうかの決定が行われる（ブロック162）。伝送速度が減じられていた場合、ヒボット・ポイントにおいて始まるトークン・パケット状態が再計算され（ブロック164）、ブロック130において反復が継続する。従って、逆行される反復の数を減少させることによって、速度減衰器の平均的な性能が改善される。伝送速度が減じられていなかった場合、その伝送速度は速度待ち行列に記憶される（ブロック170）。スケジューラは、各ビデオ・フレームのパケットを、速度待ち行列において指定された速度でネットワークに伝送する（ブロック180）。

【0045】次に、図6及び図7を参照すると、反復（図2のブロック130乃至ブロック170によって表されたオペレーション）が少しでも必要とされるかどうか

かが、本発明の別の局面による「最小隔たり」を利用して決定可能である。図6を参照すると、「最小隔たり」が概略的に示される。トークンの数が「Y」軸に沿ってプロットされ、50として示される。時間が「X」軸に沿ってプロットされ、52として示される。トークン・パケットの状態が鋸歯状波54によって表される。現フレームにおけるトークン・パケット・サイズ β （破線58によって表される）とパケットの発信時におけるパケット内のトークンの数との最も小さい差を見つけることによって、最小隔たり56が計算される。不足トークンの数がその最も小さい差56よりも小さい場合、伝送速度の減少が生じた時にオーバフローは生じず、トークン・パケットの状態が再計算される必要はない。従って、反復オペレーション（図2のブロック130乃至ブロック170）は不必要であり、速度減衰器の平均的な性能が改善される。

【0046】次に、図7を参照すると、本発明に従って最小隔たりの利用を伴うオペレーションが示される。ビデオ・フレームがトラフィック・スモータに到着する（ブロック100）。そのトラフィック・スモータは、ビデオ・フレームのパケットに対する伝送速度を選択する（ブロック110）。そこで、速度減衰器が、次のような4つのパラメータに基づいてトークン・パケットの将来の状態を予測する（ブロック120）。

- (a) トークン・パケットにおける現在のトークンの数；
- (b) トラフィック・スモータにおけるパケットのサイズ；
- (c) 現ビデオ・フレームのサイズ；
- (d) 現フレームの伝送速度。

トークン・パケットの状態を予測することに加えて、速度減衰器は、トークン・パケット・サイズとパケット発信前のトークン・パケットにおけるトークンの数との最も小さい差を見つけることによって最小隔たりも計算する（ブロック120）。

【0047】次に、何れかのフレーム・パケットがトークン・パケットにおいて不十分なトークンを有するかどうかの決定が行われる（ブロック130）。その答えが肯定である場合、現ビデオ・フレーム・パケットの伝送速度が減じられる（ブロック140）。不十分なトークンを有するフレーム・パケットが全くない場合、或いは伝送速度がブロック140において減じられてしまった後、現ビデオ・フレーム・パケットの伝送速度が下限よりも低いかどうかの決定が行われる（ブロック150）。その伝送速度が下限よりも低い場合、伝送速度はその下限に設定され（ブロック160）、速度待ち行列に記憶される（ブロック170）。

【0048】伝送速度が下限よりも低くない場合、その伝送速度が減らされたかどうかの決定が行われる（ブロック162）。その答えが肯定である場合、不足トーク

ンの数が最小隔たりよりも少ないかどうかの決定が行われる(ブロック152)。その答えが肯定である場合、伝送速度の減少が生じた時にオーバーフローは生じず、トークン・バケットの状態が再計算される必要がなく(ブロック154)、その伝送速度は速度待ち行列に記憶される(ブロック170)。不足トークンの数が最小隔たりよりも小さくない場合(ブロック152)、トークン・バケットの状態がピボット・ポイントから再計算され(ブロック164)、ブロック130において反復が継続する。伝送速度が減少させられなかったということが決定される場合(ブロック162)、その伝送速度は速度待ち行列に記憶される(ブロック170)。スケジューラが各ビデオ・フレームのバケットを、速度待ち行列において指定された速度でネットワークに伝送する(ブロック180)。

【0049】図2、図5、及び図7に示されたフローチャートの各ブロック及び図2、図5、及び図7に示されたフローチャートにおけるブロックの組合せがコンピュータ・プログラム命令によって実施可能である。これらのプログラム命令は、プロセッサにおいて実行される命令がそのフローチャートの1つ又は複数のブロックにおいて指定された機能を実施するための手段を作成する。コンピュータ・プログラム命令は、プロセッサにおいて実行されてそのプロセッサにより一連の動作ステップを遂行させ、プロセッサにおいて実行される命令がフローチャートの1つ又は複数のブロックにおいて指定された機能を実施するためのステップを提供するようにコンピュータ実施されるプロセスを生じさせる。

【0050】従って、フローチャートに表されたブロックは、指定された機能を実行するための手段の組合せ、指定された機能を実行するためのステップの組合せ、及び指定された機能を実行するためのプログラム命令手段をサポートする。フローチャートに示された各ブロック及びフローチャートに示されたブロックの組合せが、指定された機能又はステップを実行する特殊目的のハードウェア・ベースのシステムによって、又は特殊目的のハードウェア及びコンピュータ命令の組合せによって実施可能であることも明らかであろう。

【0051】次に、図8を参照すると、本発明を実施し得る例示的データ処理システムが示される。図8に示されるように、データ・プロセッサ70は、そこに常駐するオペレーティング・システム71を持つことが可能である。アプリケーション・プログラム72は、一般には、オペレーティング・システム71を介して実行される。プロセッサ70は、複数の画素を有するディスプレイ装置73(集散的には、スクリーンと呼ばれる)上に情報を表示する。一般に、情報は、ユーザ・インターフ

ェース環境においてディスプレイ装置73上に表示される。ディスプレイ装置73のスクリーンの内容、従って、ユーザ・インターフェース環境の外見は、アプリケーション・プログラム72或いはオペレーティング・システム71の個々の又は組み合わせたものによって制御又は変更可能である。ユーザから入力を得るために、オペレーティング・システム71、アプリケーション・プログラム72、又はその両方は、ユーザ入力装置74を利用することが可能である。ユーザ入力装置74は、マウスのようなポインティング装置75、及びキーボード76又は当業者には知られている他の入力装置を含むものでよい。ユーザ入力装置74は、ワークスペースの境界又はワークスペースの境界のコーナのようなスクリーンのエリア又はスクリーン上のロケーションを指定するために使用可能である。

【0052】下記の表1に示されるように、及び当業者には明らかなように、本発明に従って使用される速度減衰器は、データ処理システムにおいて実行されるセッション層コードの一部分であってもよい。一般的には、セッション層コードは透明層の上に常駐する。

【表1】

アプリケーション
プレゼンテーション
セッション
トランスポート
ネットワーク
データ・リンク
物理

【0053】次に1つの例を説明する。C++標準テンプレート・ライブラリ(STL)を使用して離散型イベント・シミュレータが開発された。シミュレーションを駆動するために、VBRビデオ・トレース・ファイルがヴュルツブルク(Wuerzburg)大学FTP(ファイル転送プロトコル)サイト(ftp-info3.informatik.uni-wuerzburg.de)からディレクトリ/pub/MPEGにおいて得られた。各ビデオは、下記の表2においてリストとされたパラメータを使用して符号化された。ビデオ・シーケンスは最初にVHSテープからレコードされ、符号化された。各シーケンスの長さは40,000フレームであり、それが毎秒24フレームの速度である時、約30分の再生時間を表す。

【表2】

パラメータ	設定
エンコーダ入力	384×288ピクセル
カラー・フォーマット	YUV(4:1:1、解像度)
量子化値	I=10、P=14、B=18
パケット	166P22P22P22P22
GOPサイズ	12
モーション・ベクトル・サーチ	対数/単純
基準フレーム	オリジナル
スライス	1(15スライス/フレームを使用)
ベクトル・レンダ	ハーフ・ピクセル

【0054】123604個のフレームより成る映画「スター・ウォーズ(Star Wars)」の長時間バージョンも使用された。ビデオ・トレースは、レーザ・ディスク・レコーディングを符号化することから発生された。各フレームのサイズは、24フレーム/秒のフレーム速度において640×480ピクセルである。各フレームが15個のスライスより成る場合、ピクチャ・グループ(GOP)パラメータM=3及びN=9でもって、パケレイMPEGエンコーダ(バージョン1.1)が使用された。

【0055】表3に示されるように、20個のヴィジュアル・ブルク・トレースが内容に基づいて4つのカテゴリ、即ち、映画、スポーツ、ニュース/トーク、及びその他にグループ分けされた。次のような各カテゴリからの1つのビデオ、即ち、「ディノ(Dino)」、「ニュース1(News 1)」、「スーパー・ボウル(Super Bowl)」及び「シンプソンズ(Simpsons)」が選択された。これは、種々の内容及びシーン変化作用を含むビデオ・シーケンスに対する減衰器のテストを可能にした。

【表3】

ビデオ・シーケンス名	説明
ディノ	映画「ジュラシック・パーク」
ニュース1	ドイツTVニュース
スーパー・ボウル	1995年スーパー・ボウル決勝戦 サンディエゴ対サンフランシスコ
シンプソン家	「シンプソン家」からのエピソード アニメ映画
スター・ウォーズ	映画「スター・ウォーズ」 (長時間版 123,604フレーム)

【0056】各フレームは、各々が1つのMPEGスライスより成る複数のパケットにセグメント化された。トレース・ファイルは1フレーム当たりのビット数しか含まないので、各フレームにおけるビットが各スライスに等しく分けられた。メトリック・パケット「低優先順位速度(LPR)」が使用され、それは次式で計算される。

【数12】 $LPR = \text{送られた全低優先順位パケット} / \text{送られた全パケット}$

【0057】次に、表4を参照すると、スムージングがない場合に生じたLPR、スムージングがある場合に生

じたLPR、及び減衰がある場合に生じたLPRの比較が示される。各場合とも、トークン発生速度は固定され、トークン・パケット・サイズは変化した。それに示されるように、スムージングが使用されなかった場合、トークン・パケット・サイズが所定のポイントを超えて減じられた時、LPRは劇的に増加した。例えば、ニュース1では、トークン・パケット・サイズが20,000トークンから10,000トークンに減じられた時、LPRは 10^{-4} から 10^{-1} に増加した。

【表4】

ビデオ・シーケンス	トークン・バケット・サイズ ($\times 10^3$)	スムージング 無し	スムージング 有り	速度減衰 有り
ディノ $\epsilon=1.12 \times 10^3$ $D=125\text{msec}$	10	2.917×10^{-4}	8.833×10^{-5}	5.167×10^{-5}
	20	7.167×10^{-5}	3.167×10^{-5}	1.833×10^{-5}
	25	4.5×10^{-5}	1.0×10^{-5}	0
	27	4×10^{-5}	1.667×10^{-5}	0
	30	2.833×10^{-5}	0	0
ニュース1 $\epsilon=2 \times 10^3$ $D=125\text{msec}$	10	1.204×10^{-4}	8.833×10^{-5}	5.167×10^{-5}
	20	2.517×10^{-5}	4×10^{-5}	3.5×10^{-5}
	30	4.667×10^{-5}	1.667×10^{-5}	1.333×10^{-5}
	35	3.667×10^{-5}	6.667×10^{-5}	1.667×10^{-5}
	40	2.333×10^{-5}	0	0
スーパー・ボウル $\epsilon=2 \times 10^3$ $D=250\text{msec}$	12	1.052×10^{-4}	2.5×10^{-5}	1.167×10^{-5}
	14	2.083×10^{-5}	1.667×10^{-5}	5.667×10^{-5}
	15	7.667×10^{-5}	1×10^{-5}	1.667×10^{-5}
	18	3.833×10^{-5}	5×10^{-5}	0
	20	2.5×10^{-5}	0	0
シンパソンズ $\epsilon=1.6 \times 10^3$ $D=250\text{msec}$	10	5.95×10^{-5}	3.667×10^{-5}	2.267×10^{-5}
	20	2.533×10^{-5}	1.733×10^{-5}	9.667×10^{-5}
	30	1.117×10^{-5}	7.833×10^{-5}	2.5×10^{-5}
	40	3.333×10^{-5}	1.5×10^{-5}	1.667×10^{-5}
	50	2.233×10^{-5}	0	0
スター・ウォーズ (長時間版) $\epsilon=4.5 \times 10^3$ $D=250\text{msec}$	10	1.161×10^{-4}	1.079×10^{-4}	1.079×10^{-4}
	12	8.340×10^{-5}	1.618×10^{-5}	5.394×10^{-5}
	14	5.976×10^{-5}	5.394×10^{-5}	5.394×10^{-5}
	16	4.131×10^{-5}	5.394×10^{-5}	0
	18	2.829×10^{-5}	0	0

【0058】速度減衰を使用した結果は、ビデオ・シーケンスのうちの3つ、即ち、ディノ、ニュース1、及びスーパー・ボウル(SBow1)に対する、LPR=0の時として定義されたかなり低い動作ポイントを示す。これは、減衰を使用しない場合の30,000トークンとは対照的に、減衰を使用して25,000トークンのトークン・バケット・サイズでもってディノのビデオを、ユーザが伝送することができたことを意味する。すべてのシーケンスに対し、速度減衰を使用して、かなり減少したLPRが同じトークン・バケット・サイズを与えた。逆に、同じLPRが与えられれば、接続アドミッタンス・アルゴリズムにおける重要なパラメータであるトークン・バケット・サイズは更に小さい。

【0059】前述したことは本発明を説明するものであり、本発明を限定するものと解釈されべきではない。本発明の幾つかの実施例を説明したけれども、本発明の新規な教示事項及び利点から実質的に逸脱することなく実施例における多くの修正が可能であることは当業者には容易に明らかであろう。従って、そのような修正はすべて、特許請求の範囲において定義された本発明の技術的範囲に含まれることを意図するものである。特許請求の範囲において、手段及び機能の部分は、列挙した機能を遂行するものとして説明された構造、及び構造上の均等物のみならず同等の構造もまたカバーすることを意図するものである。従って、前述したことは本発明を説明するものであって、特定の開示された実施例に限定される

ものと解釈されるべきではなく、開示された実施例及びその他の実施例に対する修正は特許請求の範囲の技術的範囲内に含まれるものと思われる。本発明は、それに含まれるべき均等物と共に特許請求の範囲によって定義される。

【0060】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0061】(1) 各ビデオ・フレームのパケットを通信ネットワークに伝送するためのビデオ・フレーム・トランスミッタにして、ビデオ・フレーム・パケット伝送速度を調節するためのトラフィック・スムージング手段と、前記ネットワークへのビデオ・フレーム・パケットのエントリを制御するためのトラフィック・ホーミング手段と、前記ネットワークに入る高優先順位のビデオ・フレーム・パケットのパーセンテージを高く維持するために、ビデオ・フレーム・パケット伝送速度を、前記トラフィック・ホーミング手段の状態と適合するように前記トラフィック・スムージング手段を介して調節するための伝送速度減衰手段と、を含み、前記トラフィック・スムージング手段及び前記トラフィック・ホーミング手段は前記伝送速度減衰手段を介して統合的に関連付けられるビデオ・フレーム・トランスミッタ。

(2) 前記トラフィック・スムージング手段はビデオ・フレーム・ソースからの伝送速度を、前記ビデオ・フレーム・ソースの伝送遅延限度に適合するように調節する上記(1)に記載のビデオ・フレーム・トランスミッタ。

(3) 前記トラフィック・ホーミング手段はトークン・パケットを含む上記(1)に記載のビデオ・フレーム・トランスミッタ。

(4) ビデオ・フレーム・パケットをネットワークに伝送する方法にして、トークン・パケットの将来の状態を予測するステップと、前記トークン・パケットの予測された状態を利用して、前記トークン・パケットにおけるビデオ・フレーム・パケットが十分な数のトークンを持つかどうかを決定するステップと、前記ビデオ・フレーム・パケットが十分な数のトークンを持たない場合、前記ビデオ・フレーム・パケットに対するビデオ・フレーム・パケット伝送速度を減少させるステップと、を含む方法。

(5) 前記予測するステップは、前記トークン・パケットにおけるトークンの数を決定するステップと、将来のビデオ・フレーム・パケットのサイズを決定するステップと、現在のビデオ・フレーム・サイズを決定するステップと、を含む上記(4)に記載の方法。

(6) 減少したビデオ・フレーム・パケット伝送速度が下限よりも低いかどうかを決定するステップと、前記減少したビデオ・フレーム・パケット伝送速度が前記下限よりも低い場合、ビデオ・フレーム・パケット伝送速度を前記下限に設定するステップと、を更に含む上記

(4)に記載の方法。

(7) 前記減少したビデオ・フレーム・パケット伝送速度を速度待ち行列に記憶するステップを更に含む上記(4)に記載の方法。

(8) 前記ビデオ・フレーム・パケット伝送速度を速度待ち行列に記憶するステップを更に含む上記(6)に記載の方法。

(9) 前記トークン・パケットと関連し、トークン・パケットのトークン・オーバフローが生じる場合、時間的なポイントであるビボット・ポイントを識別するステップと、前記トークン・パケットが必要とするトークンであって前記ビボット・ポイントで始まるトークンの数を決定するステップと、を更に含む上記(4)に記載の方法。

(10) トークン・パケット・サイズとビデオ・フレーム・パケットにおけるトークンの数との間の最も小さい隔たりを決定して最小隔たりを提供するステップと、前記トークン・パケットにおけるトークンの不足量が前記最小隔たりよりも小さい数であるかどうかを決定するステップと、を更に含む上記(4)に記載の方法。

(11) ビデオ・フレーム・パケットをネットワークに伝送するためのデータ処理システムにして、ビデオ・フレーム・パケット伝送速度を調節するためのトラフィック・スムーザと、前記ネットワークへのビデオ・フレーム・パケットのエントリを制御するためのトークン・パケットとを有するビデオ・フレーム・トランスミッタと、前記トークン・パケットの将来の状態を予測するための手段と、前記トークン・パケットの予測された将来の状態を利用して、前記トークン・パケットにおけるビデオ・フレーム・パケットが十分な数のトークンを持つかどうかを決定するための手段と、ビデオ・フレーム・パケットが十分な数のトークンを持たないと云う決定に応答して、ビデオ・フレーム・パケット伝送速度を減少させるための手段と、含むデータ処理システム。

(12) 前記予測するための手段は、前記トークン・パケットにおけるトークンの数を決定するための手段と、前記トラフィック・スムーザにおけるビデオ・フレーム・パケットのサイズを決定するための手段と、現在のビデオ・フレーム・サイズを決定するための手段と、を含む上記(11)に記載のデータ処理システム。

(13) 減少したビデオ・フレーム・パケット伝送速度が下限よりも低いかどうかを決定するための手段と、前記減少したビデオ・フレーム・パケット伝送速度が前記下限よりも低いという決定に応答して、ビデオ・フレーム・パケット伝送速度を前記下限に設定するための手段と、を更に含む上記(11)に記載のデータ処理システム。

(14) 前記減少したビデオ・フレーム・パケット伝送速度を速度待ち行列に記憶するための手段を更に含む上記(11)に記載のデータ処理システム。

(15) 前記ビデオ・フレーム・バケット伝送速度を速度待ち行列に記憶するための手段を更に含む上記(13)に記載のデータ処理システム。

(16) 将来のトークン・バケットの状態の更なる予測を減らすための手段を更に含む上記(11)に記載のデータ処理システム。

(17) 前記更なる予測を減らすための手段は、トークン・バケットのトークン・オーバフローが生じる場合、時間的なポイントであるビボット・ポイントを識別するための手段と、前記トークン・バケットが必要とする複数のトークンであって前記ビボット・ポイントで始まるトークンを決定するための手段と、を更に含む上記(16)に記載のデータ処理システム。

(18) 将来のトークン・バケットの状態の更なる予測が必要であるかどうかを決定するための手段を更に含む上記(11)に記載のデータ処理システム。

(19) 前記更なる予測が必要であるかどうかを決定するための手段は、トークン・バケット・サイズとビデオ・フレーム・バケットにおけるトークンの数との間の最も小さい隔たりである最小隔たりを決定するための手段と、前記トークン・バケットにおけるトークンの不足量が前記最小隔たりよりも小さい数であるかどうかを決定するための手段と、を更に含む上記(18)に記載のデータ処理システム。

(20) ビデオ・フレーム・バケットをネットワークに伝送するためのコンピュータ・プログラム製品にして、トークン・バケットの将来の状態を予測するためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を具体化されたコンピュータ使用可能媒体と、前記媒体において具体化され、前記トークン・バケットの予測された状態を利用して、前記トークン・バケットにおけるビデオ・フレーム・バケットが十分な数のトークンを有するかどうかを決定するためのコンピュータ読み取り可能プログラム・コード手段と、前記媒体において具体化され、前記ビデオ・フレーム・バケットが十分な数のトークンを持たない場合、前記ビデオ・フレーム・バケットに対するビデオ・フレーム・バケット伝送速度を減少させるためのコンピュータ読み取り可能プログラム・コード手段と、を含むコンピュータ・プログラム製品。

(21) 前記トークン・バケットの将来の状態を予測するためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段は、前記媒体において具体化され、前記トークン・バケットにおけるトークンの数を決定するためのコンピュータ読み取り可能プログラム・コード手段と、前記媒体において具体化され、将来のビデオ・フレーム・バケットのサイズを決定するためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段と、前記媒体において具体化され、現在のビデオ・フレーム・サイズを決定するためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段と、を含む上記(20)に記載のコンピュータ・プ

ログラム製品。

(22) 前記媒体において具体化され、減少したビデオ・フレーム・バケット伝送速度が下限よりも低いかどうかを決定するためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段と、前記媒体において具体化され、前記減少したビデオ・フレーム・バケット伝送速度が前記下限よりも低い場合、ビデオ・フレーム・バケット伝送速度を前記下限に設定するためのコンピュータ読み取り可能プログラム・コード手段と、を更に含む上記(20)に記載のコンピュータ・プログラム製品。

(23) 前記媒体において具体化され、前記減少したビデオ・フレーム・バケット伝送速度を速度待ち行列に記憶するためのコンピュータ読み取り可能プログラム・コード手段を更に含む上記(20)に記載のコンピュータ・プログラム製品。

(24) 前記媒体において具体化され、前記ビデオ・フレーム・バケット伝送速度を速度待ち行列に記憶するためのコンピュータ読み取り可能プログラム・コード手段を更に含む上記(22)に記載のコンピュータ・プログラム製品。

(25) 前記媒体において具体化され、将来のトークン・バケットの状態の更なる予測を減らすためのコンピュータ読み取り可能プログラム・コード手段を更に含む上記(20)に記載のコンピュータ・プログラム製品。

(26) 前記将来のトークン・バケットの状態の更なる予測を減らすためのコンピュータ読み取り可能プログラム・コード手段は、前記媒体において具体化され、トークン・バケットのトークン・オーバフローが生じる場合、時間的なポイントであるビボット・ポイントを識別するためのコンピュータ読み取り可能プログラム・コード手段と、前記媒体において具体化され、前記ビボット・ポイントで始まる、前記トークン・バケットが必要とするトークンの数を決定するためのコンピュータ読み取り可能プログラム・コード手段と、を更に含む上記(25)に記載のコンピュータ・プログラム製品。

(27) 前記媒体において具体化され、将来のトークン・バケットの状態の更なる予測が必要であるかどうかを決定するためのコンピュータ読み取り可能プログラム・コード手段を更に含む上記(20)に記載のコンピュータ・プログラム製品。

(28) 前記更なる予測が必要であるかどうかを決定するためのコンピュータ読み取り可能プログラム・コード手段は、前記媒体において具体化され、トークン・バケット・サイズとビデオ・フレーム・バケットにおけるトークンの数との間の最も小さい隔たりである最小隔たりを決定するためのコンピュータ読み取り可能プログラム・コード手段と、前記媒体において具体化され、前記最小隔たりを決定することに対応して、前記トークン・バケットにおけるトークンの不足量が前記最小隔たりよりも小さい数であるかどうかを決定するためのコンピュ

タ読み取り可能プログラム・コード手段と、を更に含む上記(27)に記載のコンピュータ・プログラム製品。

【図面の簡単な説明】

【図1】トラフィック・スミューザ及びトークン・バケットと共に速度減衰器を使用するVBRトランスミッタを概略的に示す。

【図2】本発明の局面に従って、速度減衰器のオペレーションを示すフローチャートである。

【図3】バケット発信相互間のトークン・バケットの状態及び減衰の効果を概略的に示す。

【図4】ピボット・ポイント d_{k-2} においてトークン・バケットの状態に関してビット速度を増加させる効果を概略的に示す。

【図5】本発明の局面に従って、ピボット・ポイントが

識別される速度減衰器のオペレーションを示すフローチャートである。

【図6】本発明の局面に従って、最小隔たりを概略的に示す。

【図7】本発明の局面に従って、最小隔たりが計算される速度減衰域のオペレーションを示すフローチャートである。

【図8】本発明が実施される例示的なデータ処理システムを示す。

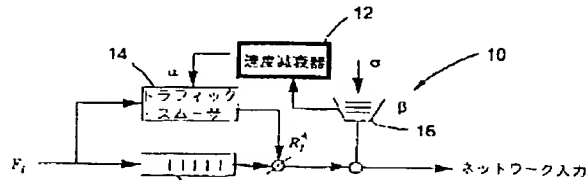
【符号の説明】

10 VBRビデオ・フレーム・トランスミッタ

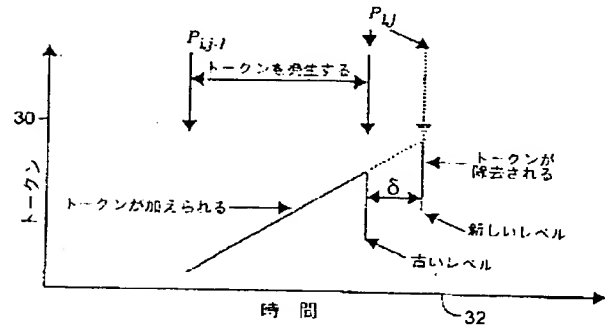
15 トラフィック・スミューザ・バッファ

16 トークン・バケット

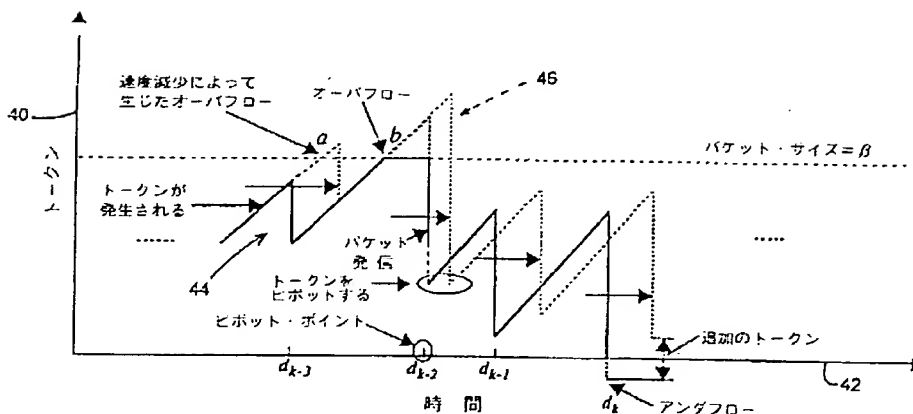
【図1】



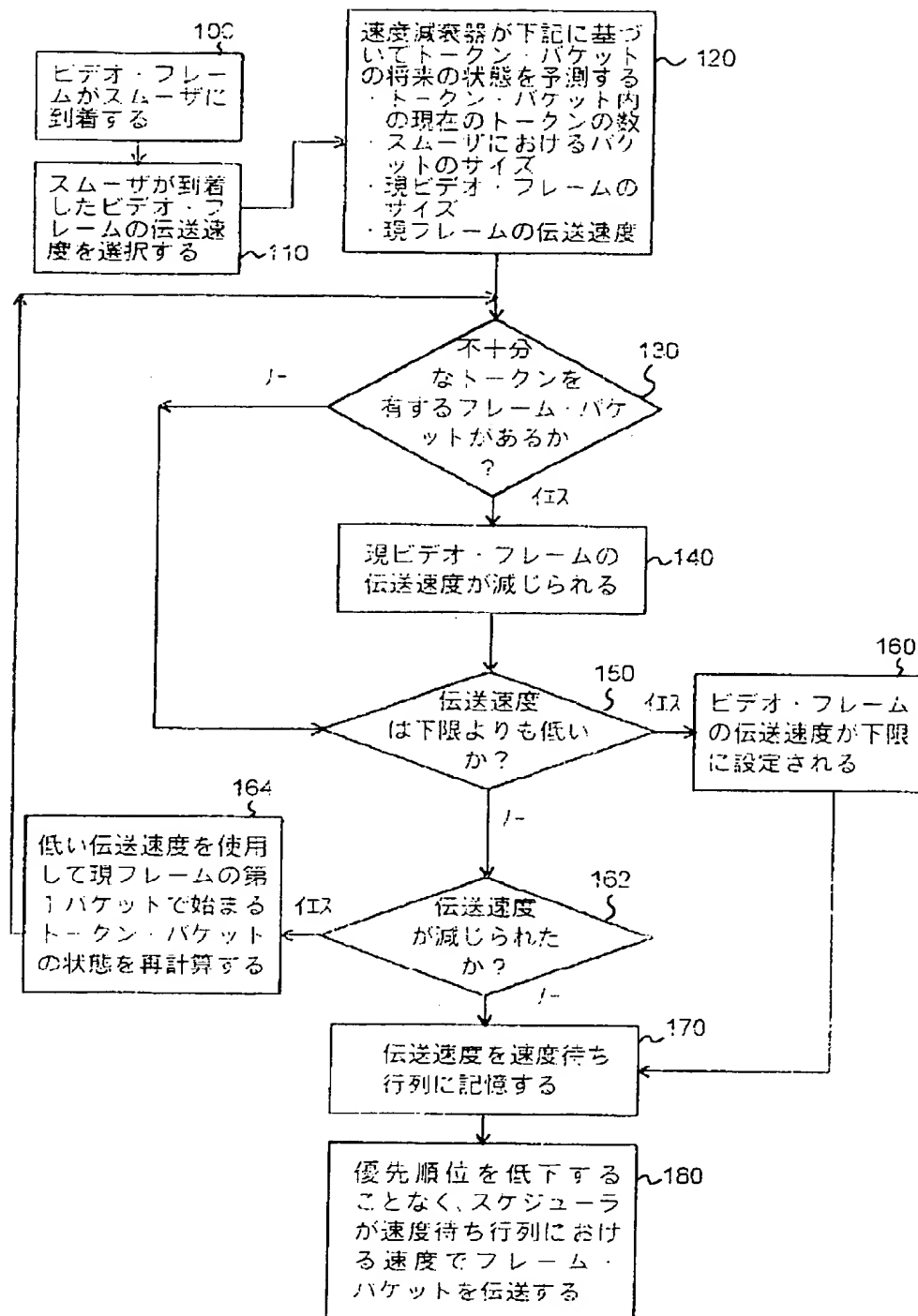
【図3】



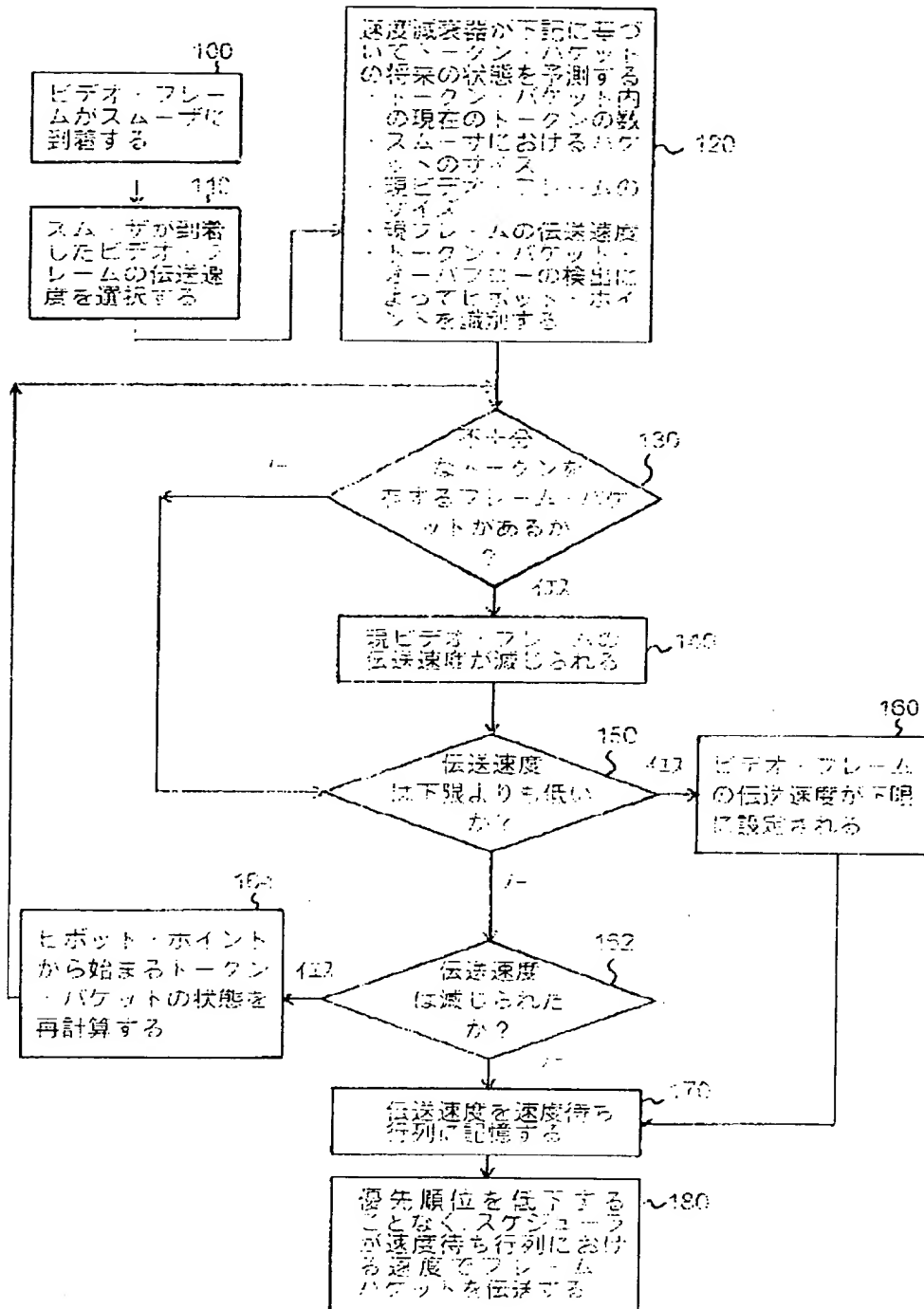
【図4】



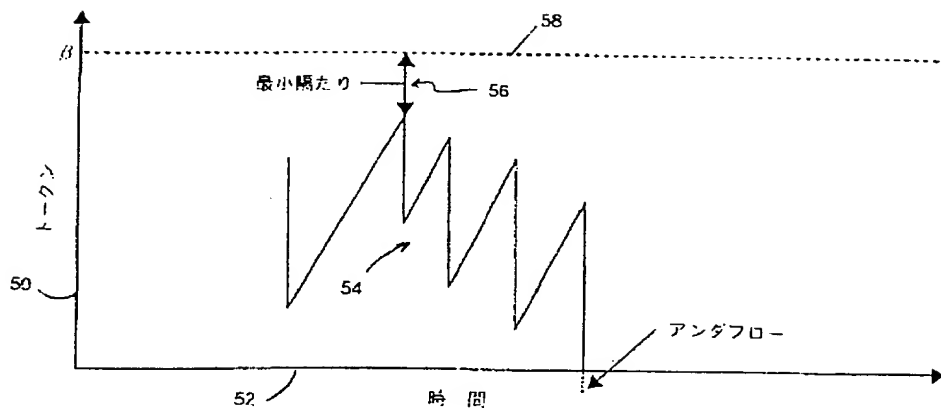
【図2】



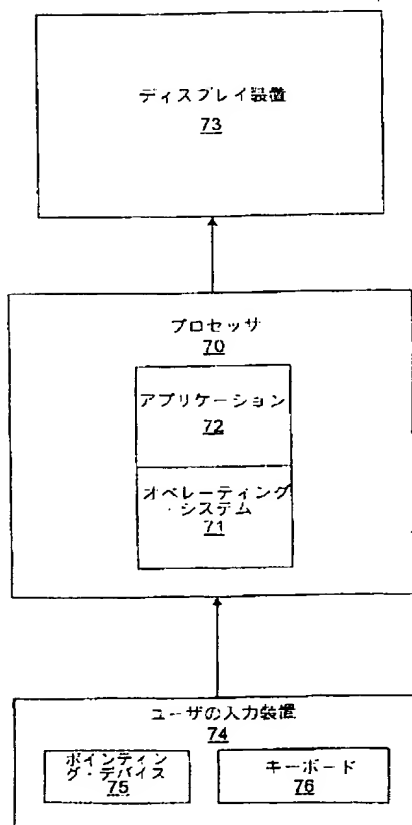
【図5】



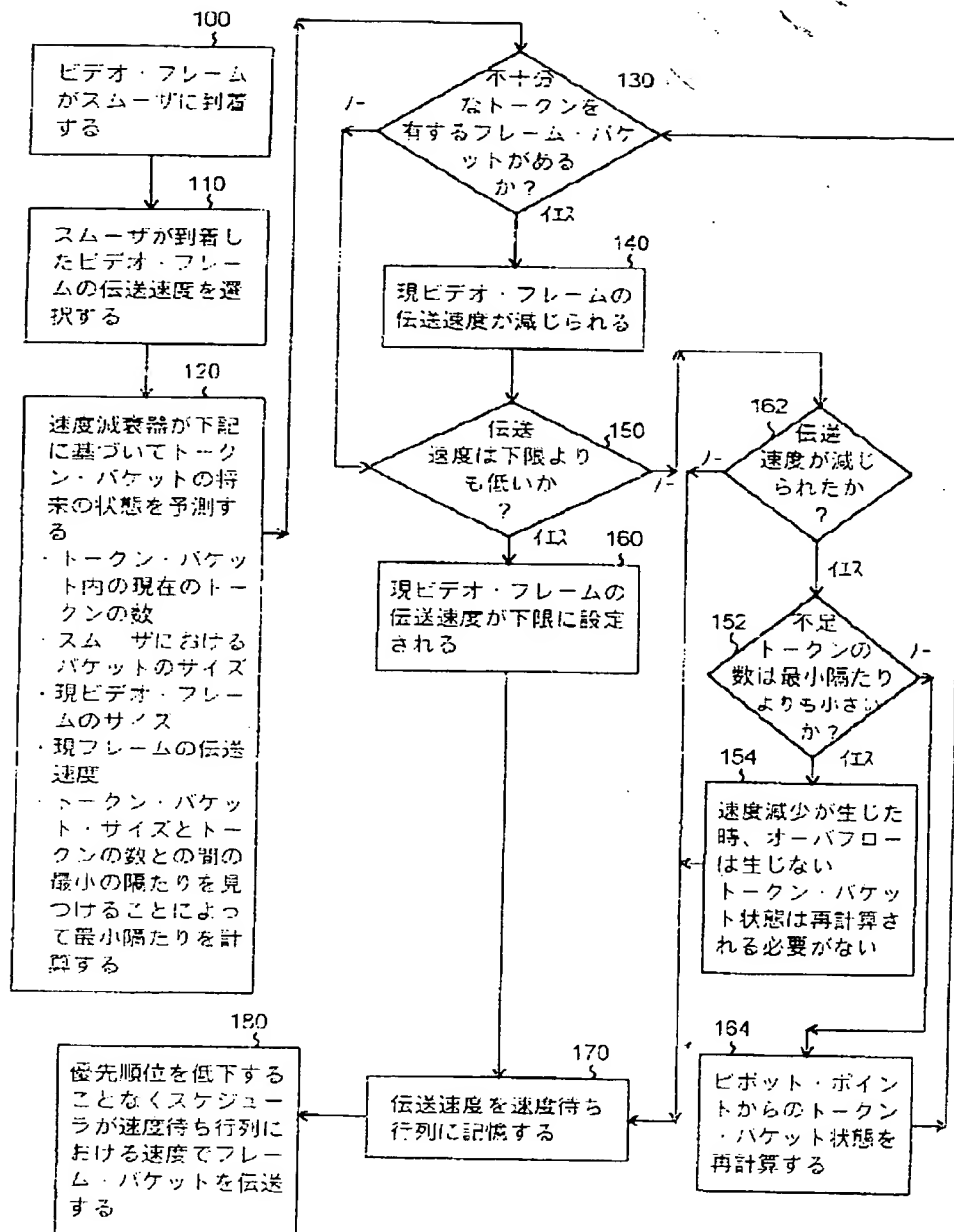
【図6】



【図8】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)